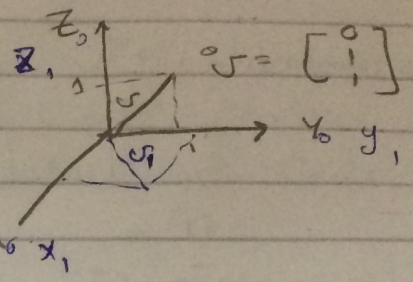
Sec: Robotics

eng: shehab

Rotation Matrix :-

① orientation of frame wrt another frame
② - Co-ordinates of point P wrt _____.
③ Rotation operator



$^0v = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$

v attached to frame 1

$^1v = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$ ← فالكلي ال frame ^0v بعد ما عملنا له Rotation هيفضل زي ما هو معين $^0v = {}^1v$ ولكن ^0v هي اللي هتتغير.

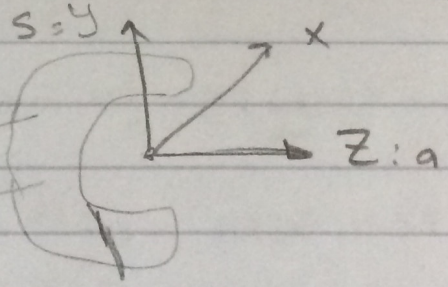
⇐ ال frame

$$^0v_{new} = R_1^0 \, {}^0v_{Previous}$$

* لما ينبغي عندي frame ← لما ال object attach لل frame يتغير يفضل ال object بالنسبة لل frame ثابتة.

a - approtie

S → slider



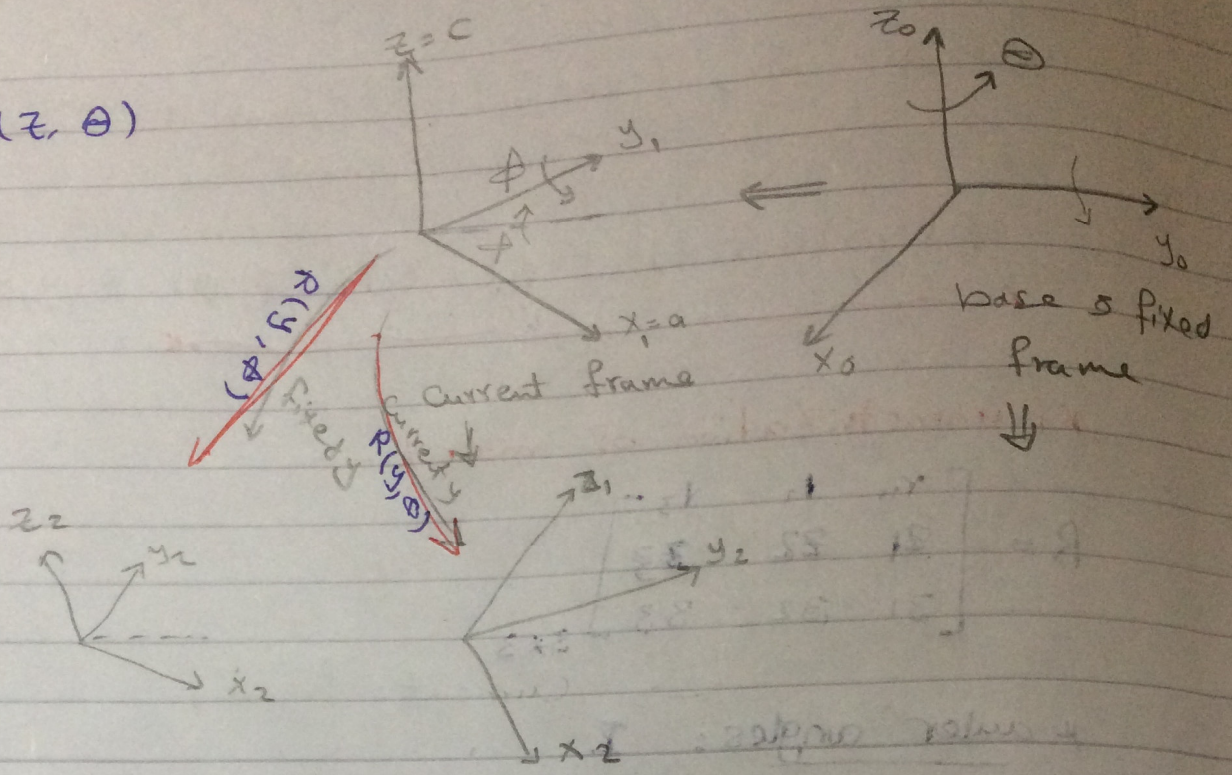
⇐ علشان اقدر امسك ال object في الفراغ بوجه عام ده معناه اني احدد ال orientation الخاص بال end effector.

* Composition of Rotations:-

successive Rotation.

مجموعة من ال rotation علشان اقدر احصل على orientation عام في الفراغ

$R(Z, \theta)$



Pre Multiplication ← fixed frame ← Rotation of ①
Post Multiplication ← current frame ← " ②

Case 1 :-

$$R = R(Z, \theta) \; I \; R(y, \phi)$$

Case 2 :-

$$R = R(y, \phi) \cdot R(Z, \theta) \; I$$

ex:

Rotation matrix R:

1- rotation of θ about current x-axis
2- Rotation — ϕ — Z-axis
3- — α — fixed Z-axis
4- — β — current y-axis
5- — γ — fixed x-axis

* اي kinamatic frame فيها fixed frame وحيد ولكن يوجد اكثر
Current frame

$$R = R(x,\delta)\,R(z,\alpha)\ \mathrm{I}\ R(x,\theta)\,R(z,\phi)\,R(y,\beta)$$

* Parametrization of matrix:-

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_2 & r_3 \\ 21 & 22 & 23 \\ 31 & 32 & 33 \end{bmatrix}_{3\times 3}$$

(Current frame)

* auler angles: I

representation

$$Z_\theta\ Y_\phi\ Z_\psi$$
$$\downarrow \quad \downarrow$$
$$B \quad C$$

هتلف حولين ال Z بزاويه θ وبعدين
تلف حولين Y الجديده بزاويه φ
وبعدين Z الجديده بزاويه ψ

$$\mathrm{I} = R = R(z,\theta)\,R(y,\phi)\,R(z,\psi)$$

$$R = \begin{bmatrix} \text{———} & \text{———} & C_\phi S_\theta \\ \text{———} & \text{———} & S_\phi S_\theta \\ -S_\theta C_\psi & S_\theta S_\psi & C_\theta \end{bmatrix}$$

اي orientation في الفراغ اقدر امثله ب auler angle واحدد
قيم الزوايا الدورانيه اللي عملتها في الفراغ

* Euler representation II

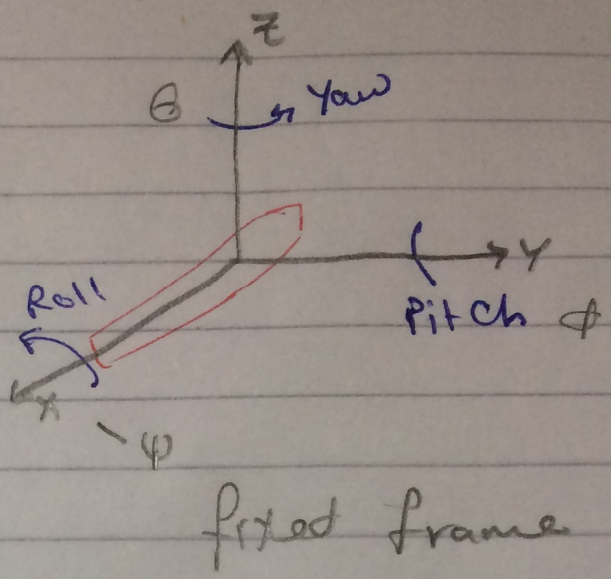
$$Z_\theta\ X_\phi\ Z_\psi$$
$$\downarrow \quad \downarrow$$
$$A \quad C$$

$$\boxed{R = R(z,\phi)\,R(y,\theta)\,R(z,\psi)}$$

* Roll , Pitch, Yaw

$x \longrightarrow y \longrightarrow z$

$R = R(z,\theta) \cdot R(y,\phi) \cdot R(x,\psi)$



fixed frame